



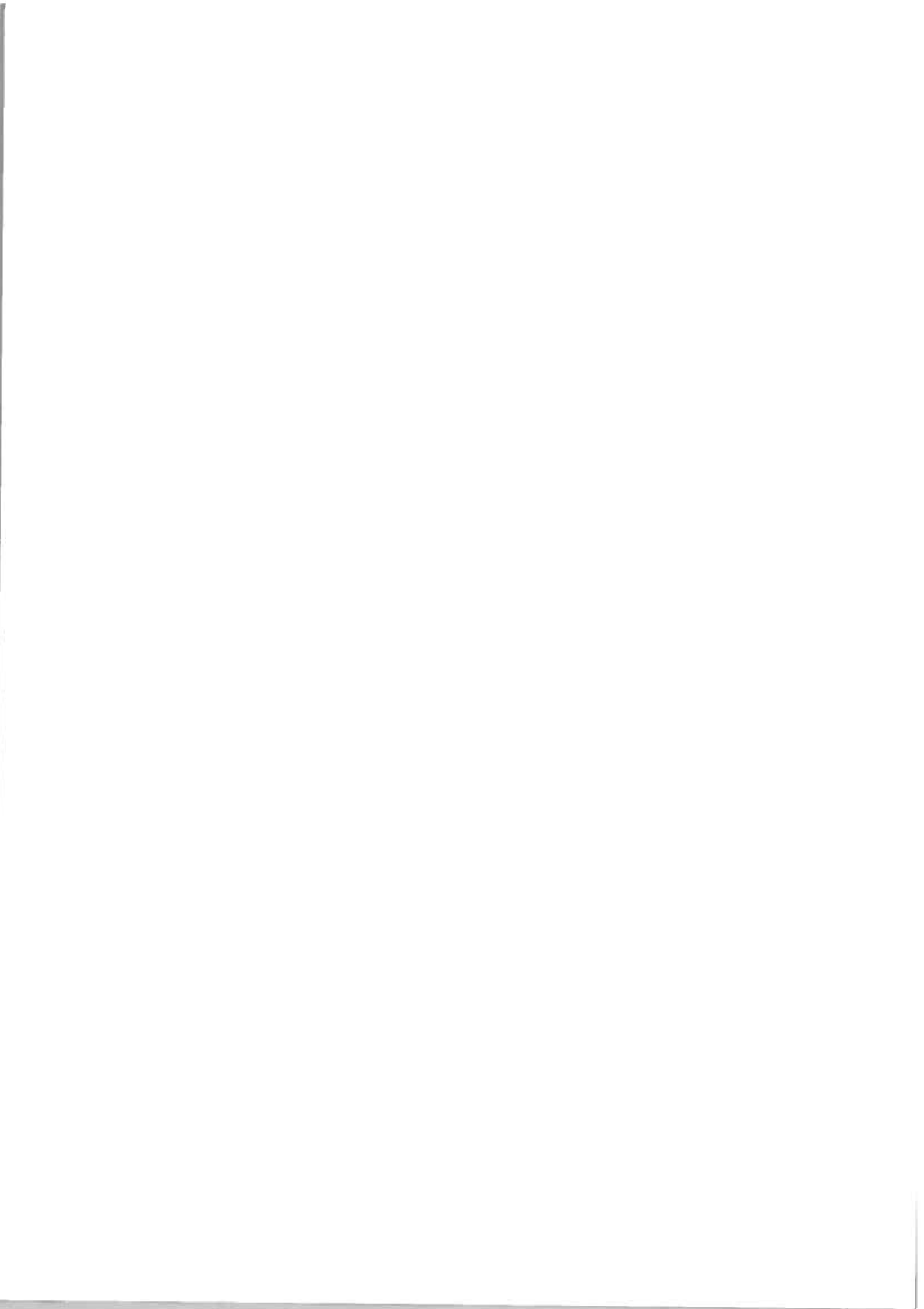
RF – Rogalandsforskning <http://www.rf.no>

Øyvind F. Tvedten

**Analyse av miljøgifter i sediment ved Avaldsnes
Brygge i Bøvågen**

Rapport RF – 2004/212


Prosjektnummer: 7156007-27
Kvalitetssikrer: Asbjørn Bergheim
Prosjektets tittel: Sedimentundersøkelse ved Avaldsnes Brygge
Oppdragsgiver(e): Nordbø & Seglem AS / Avaldsnes Brygge
ISBN: 82-490-0326-8
Antall sider: 9 + vedlegg
Gradering: Åpen (Konfidensiell frem til: 31.12.2004)



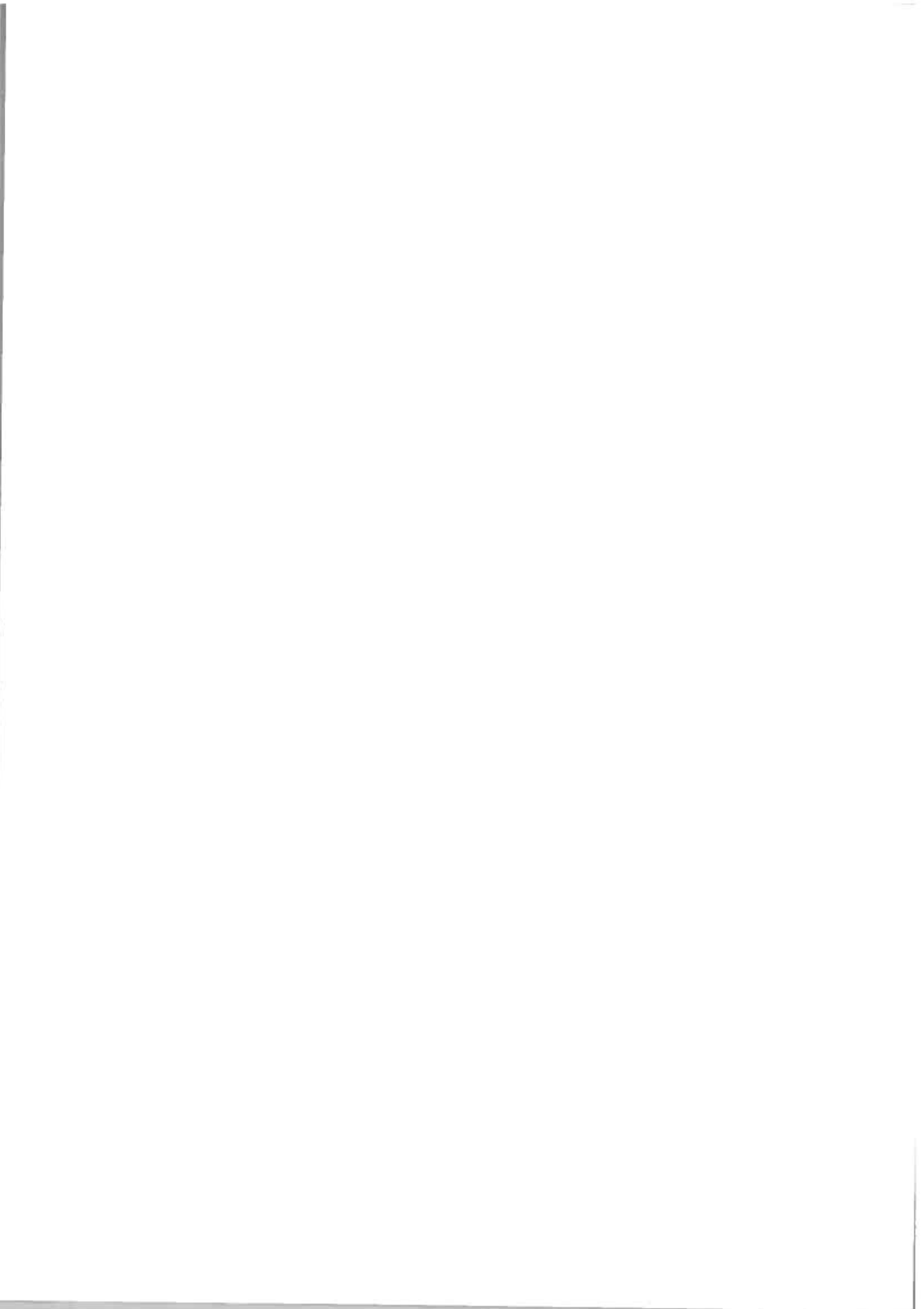
Forord

Oppdraget er utført på oppdrag fra Nordbø & Seglem AS / Avaldsnes Brygge, i forbindelse med prosjektering av nybygg ved Avaldsnes, Bøvågen på Karmøy. Det skal foretas noe utfylling i sjø og etableres ny kaifront i forbindelse med nybygget. Prøveinnsamling er gjennomført av Øyvind Tvedten fra RF sammen med kaptein Erik Bakkevik ombord i M/S Risøygutt. Analysene er utført av M-lab (glødetap og kornstørrelse) og Eurofins (metaller, PAH, TBT, PCB, TOC). Asbjørn Bergheim har kvalitetssikret rapporten.

Stavanger, 15.11.04

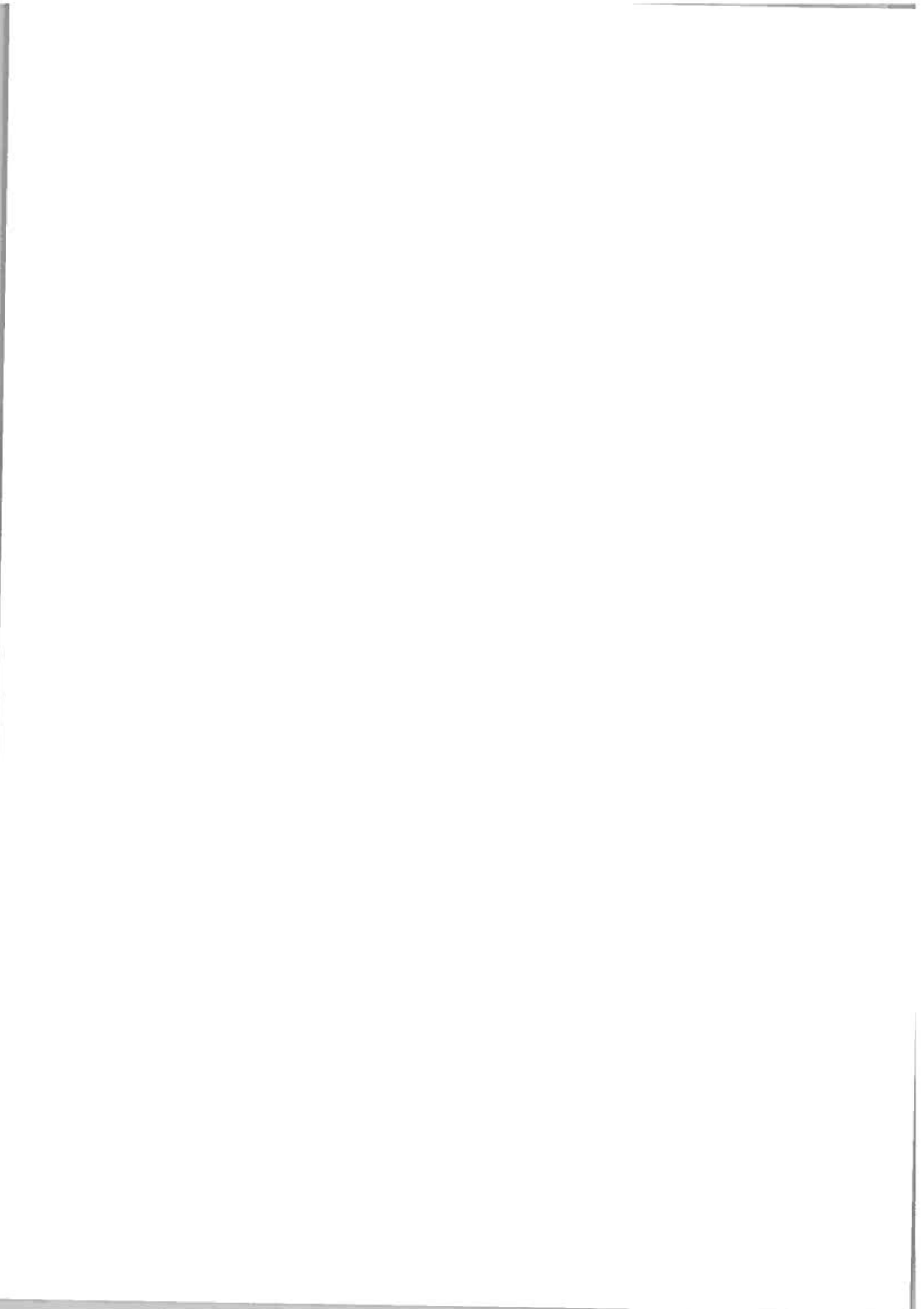


Øyvind F. Tvedten, prosjektleder



Innhold

Innledning.....	1
Materiale og metoder.....	1
Områdebeskrivelse og prøveinnsamling	1
Analyse av TOC	2
Analyse av metaller.....	3
Analyse av kornfordeling og glødetap	3
Analyse av PAH, PCB og TBT.....	3
SFTs veiledning for miljøkvalitet	4
Resultat og diskusjon.....	6
Oppsummering og konklusjon.....	8
Referanser.....	9
VEDLEGGSOVERSIKT	9
FORKLARING TIL NOEN ORD OG UTTRYKK.....	10



Innledning

Det er planlagt å gjøre noe grunnarbeider i forbindelse med nybygg på Avaldsnes. Det skal lages ny kai/brø, foretas pæling og fylles ut i sjøen. Arbeidet vil berøre løsmasser i sjøen og kan føre til oppvirvling av sediment. Det kan igjen medføre at eventuell forurensning i sedimentene på sjøbunnen virvles opp i sjøen og spres i miljøet. Resultatene fra undersøkelsen kan brukes til å dokumentere miljøgiftinnholdet i sjøbunnen slik at skadepotensialet og eventuelle tiltak for å redusere skadeomfanget kan vurderes. Undersøkelsen er også gjennomført etter krav fra myndighetene og vil være et grunnlag for deres tillatelser og eventuelle pålegg i forbindelse med utbyggingen. RF har laget forslag til prøveplan og analyseparametre, foretatt innsamling og fått utført analyser på basis av SFT veileder (Systad m.fl. 2004), kjennskap til området og tidligere erfaring.

Materiale og metoder

Områdebeskrivelse og prøveinnsamling

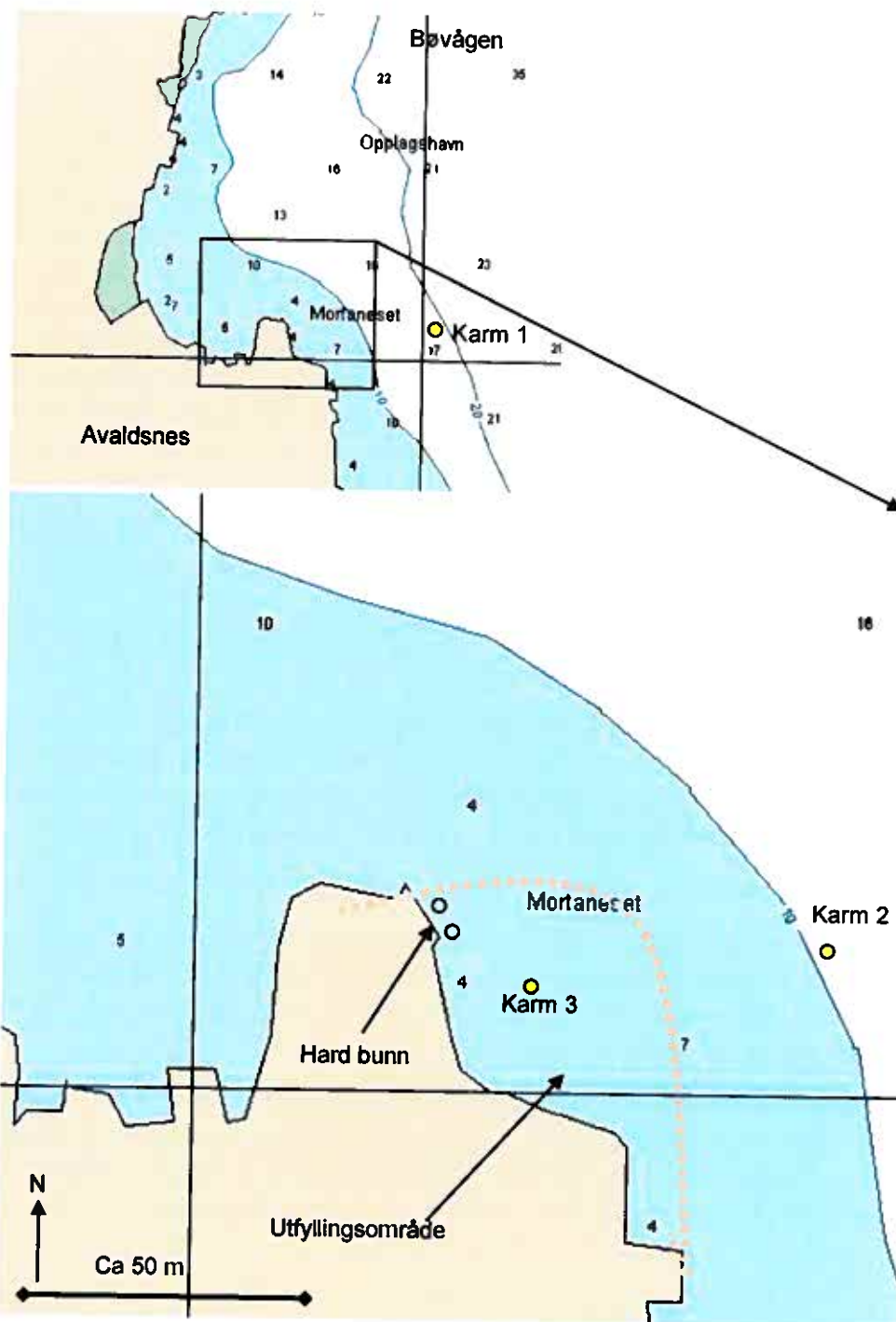
Utbyggingsområdet ligger ved Mortaneset på Avaldsnes, innerst i Bøvågen på Karmøy. Tidligere undersøkelser har vist at sjøbunnen i Karmsundet generelt er forurenset av miljøgifter (særlig tjærestoffer, PAH) (Myhrvold m.fl. 1997, Fylkesmannen i Rogaland 2004) og det er gitt ut kostholdsråd for sjømat fra området (Gjerstad m.fl. 2001).

Noen ord og uttrykk er forklart i vedlegg.

Prøvene ble tatt 20. oktober 2004 fra M/S Risøygutt. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner (Karm 1-3) i og like utenfor det planlagte utbyggingsområdet (se kart i Figur 1). Det var hardbunn (for det meste store steiner der bunnen var synlig) og ikke mulig å få bunnprøver nærmere den eksisterende kaien.

Prøvene ble analysert for PAH, PCB, TBT og metallene: arsen, kobber, nikkel, sink, kvikksølv, bly, krom og kadmium. Metaller, PAH, PCB, TBT og TOC ble analysert av Eurofins i Oslo. Kornfordeling og glødetap ble analysert ved M-lab. Resultatene er sammenlignet med STF's grenseverdier for miljøklassifisering (Molvær m.fl. 1997), se Tabell 1.

På hver stasjon ble det tatt tre sedimentprøver med en 225 cm² van Veen grabb. Prøvene ble tatt fra de øverste to cm av sedimentet. Prøvemateriale fra de tre grabb-prøvene tatt fra hver stasjon ble slått sammen og analysert som en samleprøve. Prøvene ble pakket i plastemballasje og glassflaske, frosset og holdt nedfrost frem til analyse. Sedimentet ble beskrevet visuelt og eventuell uvanlig lukt ble registrert. Det ble ført en feltjournal med opplysninger om prøvene og værforhold mm. Dyp ble målt med ekkolodd og en GPS registrerte posisjonene. En oversikt over innsamlete prøver og analyser er gitt i Tabell 2.



Figur 1. Kart over innsamlingsområdet. Prøvesteder er markert med gule sirkler og utfyllingsområdet er skissert med stiplede linje.

Analyse av TOC

Sedimentet ble ubehandlet oversendt til Eurofins. Analysene ble gjort ved forbrenning i en CHN analysator etter at karbonater var fjernet med saltsyre.

Analyse av metaller

Analysene ble foretatt av Eurofins i henhold til akkrediterte metoder. Eurofins metodereferanse: MK-1061 og MK-1090.

Analytisk Prinsipp: For tungmetaller utføres det en syreoppslutning av prøven iht. DS259 (tilsvarende NS4770). Målingen foregår med en ekstern kalibrering på en Optima 3000-DV ICP-AES spektrofotometer. For kvikksølv oppsluttes våt prøve med salpetersyre i autoklav, hvor kvikksølv frigjøres. Det oppløste metallet reduseres, og de frigjorte kvikksølv dampene bestemmes ved flammeløs AAS (kalddampsteknikk).

Usikkerhet: RSD 10% for tungmetaller og RSD 15% for kvikksølv.

Deteksjonsgrenser:

<u>Parameter</u>	<u>Det. grense</u>	<u>Parameter</u>	<u>Det. grense</u>
As	2 mg/kg TS	Ni	1 mg/kg TS
Cd	0,1 mg/kg TS	Pb	3 mg/kg TS
Cu	3 mg/kg TS	Zn	5 mg/kg TS
Cr	1 mg/kg TS	14g	0,01 mg/kg TS

Analyse av kornfordeling og glødetap

Analysene av kornfordeling ble foretatt ved RF-Miljølab etter intern metode (ikke akkreditert) basert på Buchanan (1984). Sedimentet ble tørket over natten ved 105 °C. 20-30 g prøve ble veid inn til analyse. Det organiske materialet ble fjernet med hydrogenperoksid. Deretter ble prøven splittet i to fraksjoner ved våtsikting (0,063 mm). Den grove fraksjonen (> 63 µm = 0,063 mm) ble analysert ved tørrsikting etter at prøven var tørket over natten ved 105 °C. Det tørre sedimentet ble overført til en siktserie med følgende åpninger; 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125 og 0,063 mm og kjørt i ristmaskin i 15 minutt. Materialet som ble liggende igjen på de ulike siktene ble veid til nærmeste 0,01 g. Andel partikler (vekten) som var mindre enn 0,063 mm ble bestemt ved å trekke summen av vekten til de andre partikkelstørrelsene (> 0,063 mm) fra utgangsvekten til prøven.

Mengden organisk materiale i sedimentet ble analysert som glødetap (vektreduksjon) etter gløding ved 550 °C i minimum 2 timer (NS 4764). På forhånd ble prøven tørket ved 105 °C og det ble innveid ca 5 g.

Analyse av PAH, PCB og TBT

Analysene av PAH og PCB ble foretatt av Eurofins i henhold til akkrediterte metoder (Eurofins metodereferanse: MK-2060).

Analytisk prinsipp: Prøven oppslemmes i natriumpyrofosfat og ekstraheres med diklormetan. Etter inndampning analyseres ekstraktet ved gasskromatografi med massespektrometrisk detektor GC/MS-SIM. Før GC/MS analyse fjernes den polære fraksjon ved hjelp av søyleopprensning.

Følgende stoffer benyttes som interne standarder:

naphthalen-d ₈	benz(a)pyren-d ₁₂
pentafluorantren-d ₁₀	dibenz(a,h)antiracen-d ₁₄ *
fluorantren-d ₁₀	PCB # 77

Usikkerhet: RSD 12% for PAH-forbindelser, RSD 15% for PCB-congenerer.

Deteksjonsgrenser: PAH: 2 µg/kg TS for den enkelte komponent.
PCB: 1 µg/kg TS for den enkelte komponent.

TBT-prøvene ble analysert av en underleverandør til Eurofins: GfA i Tyskland. Prøvene ble homogenisert og tripopyltinklorid ble tilsatt som indre standard. Deretter følger ekstraksjon av prøven ved hjelp av aceton, n-heksan, og derivatisering med natriumtetraetylborat ved pH 4,5, rensing av ekstraktet ved væskechromatografi med Al₂O₃. Analyse av organotin med GC/MS og kvantifisering med tetrapentyltin som indre standard før GC injeksjon.

SFTs veiledning for miljøkvalitet

SFT har gitt ut en veiledning som kan brukes til å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997). I veiledningen finnes en del bakgrunnsinformasjon og kommentarer til tabellene med måltall (grenseverdier) for ulike klasser av miljøkvalitet i vann, sedimenter og biologisk materiale. Det kreves en del bakgrunnskunnskap om miljøparametrene og det må gjerne brukes skjønn for å kunne bestemme tilstandsklasse og å tolke resultatene. Nedenfor har vi tatt med en tabell i fra veiledningen som omtaler aktuelle miljøparametre i sedimenter (Tabell 1). I følge Systad m.fl. 2004, skal resultater oppgitt som Sum PCB₇ ganges med 2 før de sammenlignes med PCB-grenseverdiene for miljøkvalitet.

Tabell 1. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske forbindelser i sedimenter (se Molvær m.fl. 1997).

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig- Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Metaller m.m. i sedimenter (tørrvekt)	Arsen (mg As/kg)	<20	20-80	80-400	400-1000	>1000
	Bly (mg Pb/kg)	<30	30-120	120-600	600-1500	>1500
	Fluorid (mg F/kg)	<800	800-3000	3000-8000	8000-20000	>20000
	Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25-1	1-5	5-10	>10
	Kobber (mg Cu/kg)	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500
	Krom (mg Cr/kg)	<70	70-300	300-1500	1500-5000	>5000
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15-0,6	0,6-3	3-5	>5
	Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30-130	130-600	600-1500	>1500
	Sink (mg Zn/kg)	<150	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
	Sølv (mg Ag/kg)	<0,3	0,3-1,3	1,3-5	5-10	>10
	TBT ¹⁾ (µg/kg)	<1	1-5	5-20	20-100	>100
Organiske miljøgifter i sedimenter (tørrvekt)	ΣPAH ²⁾ (µg/kg)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
	B(a)P ³⁾ (µg/kg)	<10	10-50	50-200	200-500	>500
	HCB ⁴⁾ (µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50
	ΣPCB ₇ ⁵⁾ (µg/kg)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
	EPOCI ⁶⁾ (µg/kg)	<100	100-500	500-2000	2000-15000	>15000
	TE _{TOX.D} ⁷⁾ (ng/kg)	<0,01	0,01-0,03	0,03-0,10	0,10-0,5	>0,5
	Σ DDT ⁸⁾ (µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50
Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Sediment	Organisk karbon (mg/g)	<20	20-27	27-34	34-41	>41

- 1) TBT: Tributyltinn (antibegroingsmiddel i skipsmaling).
- 2) PAH: Polysykliske aromatiske hydrokarboner. Gruppe tjærestoffer der en del forbindelser er potensielt kreftfremkallende (KPAH), deriblant benzo(a)pyren (B(a)P). ΣPAH: sum av tri- til heksasykliske forbindelser bestemt ved gasskromatografi med glasskapillarkolonne. Inkluderer de 16 i EPA protokoll 83 t0 minus naftalen (disyklisk).
- 3) Se under PAH
- 4) HCB: Heksaklorbenzen.
- 5) PCB: Polyklorerte bifenyler. Gruppe forbindelser (ulike kommersielle blandinger). ΣPCB₇ = sum av de 7 enkeltforbindelsene nr 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180. I den tidligere utgaven av veiledningen er PCB angitt som total PCB ut fra likhet med kommersielle blandinger. Enkelte PCB har dioksinlignende egenskaper (se note 2 til tabell).
- 6) EPOCI: Ekstraherbart persistent organisk bundet klor.
- 7) Toksisitetsekvivalenter, se note 2 til tabell.
- 8) DDT: Diklordifenyltrikloretan. Σ DDT betegner sum av DDT og nedbrytningsproduktene DDE og DDD.

Resultat og diskusjon

Tabell 2 viser stasjons- og prøveopplysninger fra feltarbeidet.

Tabell 2. Stasjonsopplysninger og sedimentbeskrivelse på de tre stasjonene 20. oktober 2004. Posisjoner i WGS-84.

Stasjon	Dyp (m)	Posisjon WGS 84	Kommentarer	Prøve
Karm 1	19	58°21,510' N 05°17,010' Ø	Grå-grønt finkornet mudder og sand. Mørkere under overflaten. Svak H ₂ S lukt.	TOC, TBT, PAH og PCB. Metaller, kornfordeling
Karm 2	12	58°21,510' N 05°16,956' Ø	Grå-grønt sediment. Finkornet sand med skjellsand. Tangrester.	- " -
Karm 3	8	58°21,510' N 05°16,900' Ø	Grå-grønt sediment. Finkornet sand med mudder og skjellsand. 2. hugg mer finkornet enn 1. og 3. prøve.	- " -

Analyseresultatene er summert i Tabell 3. Originalresultater er presentert i vedlegg.

Kornfordelingsanalysen viste at det var mest leire og silt (partikler < 0,063 mm) på Karm 1 og Karm 3 og minst på Karm 2. På Karm 2 var det også en eller flere partikler som var større enn 2 mm (dvs. grus) i prøven som ble analysert. Nær kaien var det hard bunn (ulike steder på 4-6 m dyp) og ikke mulig å få prøver. Resultatene passer bra med den visuelle beskrivelsen av sedimentet.

Innholdet av organisk materiale (TOC) var høyt på Karm 1 og mer moderat på de to andre stasjonene. Dette skyldes en kombinasjon av tilførselsmengder, og trolig ikke minst, sen nedbrytning. Som for miljøgiftene korrelerer det organiske innholdet med kornstørrelsen med høyest innhold i det finkornete sedimentet. Til beregning av SFT tilstandsklasse brukes TOC₆₃, det vil si TOC innhold som er standardisert i forhold til andel finfraksjon. På Karm 1 var tilstanden *meget dårlig* og på Karm 2 og 3 var den *mindre god*.

Tørrestoffinnholdet var 41 % på Karm 1 og 63-64% på Karm 2 og 3.

Sedimentet var generelt lite forurenset av metaller. Det var bare kadmiuminnholdet på Karm 1 og blyinnholdet på Karm 3 som fikk tilstand III, *markert forurenset*.

PAH- og B(a)P-innholdet tilsvarte SFT tilstand *markert forurenset til sterkt forurenset*. Det var mest av de tyngste PAHene og det tyder på at kilden stammer fra forbrente hydrokarboner og smelteverksindustri. Høy konsentrasjon av B(a)P i bunnen gjenspeiler dette stoffets lange nedbrytningstid i sjøbunnen.

Det ble ikke funnet PCB i prøvene.

TBT-innholdet tilsvarte SFT tilstand *sterkt forurenset til meget sterkt forurenset*.

Tabell 3. Resultater fra sedimentanalyser fra Avaldsnes Brygge. Analyser på blandprøver av tre grabber på hver stasjon. Totalt organisk karbon (TOC). Prosent innhold av leire og silt (< 0,063 mm). Beregnet TOC verdi ut fra innhold av leire og silt. Organisk innhold målt som glødetap. Metaller (mg/kg) og organiske miljøgifter (µg/kg). Tildelt SFT tilstand. Det er gitt beste tilstandsklasse for verdier som ligger på grensen mellom to klasser. Merk at det brukes en annen ordbeskrivelse av tilstanden med hensyn til TOC enn for de miljøskadelige stoffene.

Karmsund, oktober 2004						
Parameter	SFT		SFT		SFT	
	Karm 1	klasse	Karm 2	klasse	Karm 3	klasse
TOC (mg/g)	42,1		12,3		13,9	
% < 0,063 mm	32,4		13,9		23,4	
TOC _{org} (mg/g)	51,3	V	27,8	III	27,7	III
Glødetap (%)	10		4		5,6	
Torrstoff %	41,2		62,8		64	
Arsen (mg/kg)	t6	t	4,7	t	5	t
Bly (mg/kg)	48	tt	16	t	130	ttt
Kadmium (mg/kg)	t, t	ttt	0,35	tt	0,39	tt
Kobber (mg/kg)	73	tt	22	t	35	t
Krom (mg/kg)	22	t	17	t	42	t
Kvikksølv (mg/kg)	0,2	tl	0,08t	t	0,12	t
Nikkel (mg/kg)	t9	t	tt	t	tt	t
Sink (mg/kg)	tt0	t	48	t	93	t
Sum PAH (µg/kg)	4100	ttt	2200	III	4200	III
B(a)P (µg/kg)	430	tV	230	IV	400	tV
Sum PCB ₇ (µg/kg)	<5		<5		<5	
Sum PCB (PCB ₇ x2)	-	t	-	I	-	t
TBT (µg/kg)	127	V	26,8	tV	45,8	tV

- = ikke målt/oppgett i rapport

i.p. = ikke påvist

Kl. V, Meget sterkt forurenset

Kl. IV, Sterkt forurenset

Kl. III, Markert forurenset

Kl. II, Moderat forurenset

Kl. I, Ubetydelig - lite forurenset

Forurensningstilstanden var tilsvarende eller lavere (PAH) enn det som tidligere er funnet midt ute i Bøvågen (Myhrvold m.fl. 1997). Vi kjenner ikke til nyere målinger fra det aktuelle området.

Oppsummering og konklusjon

På de tre undersøkte stasjonene var det minst forurensning på den midterste stasjonen ca 30 m fra kanten av overflaten til den planlagte utfyllingen. Nivået av forurensning og organisk innhold korrelerte med partikkelstørrelsen i sedimentet. Resultatene tyder på at det ikke er noen betydelig lokal kilde til forurensning, men at den er av mer generell karakter i området.

Sjøbunnen i og utenfor utfyllingsområdet var til dels sterkt forurenset av PAH og TBT. Det var mindre metallforurensning og PCB ble ikke påvist. PAH-forurensingen stammer trolig hovedsakelig fra ulike kilder lenger borte fra utbyggingsområdet, smelteverk, skipstrafikk og annen industri. TBT stammer fra skipsmaling.

I anleggsområdet skal det lages ny kaifront, pæles, og fylles ut i sjøen. Det er mest steinete og hard bunn i de grunneste delene av området. Anleggsarbeidet kan forventes å føre til noe oppvirvling av det forurensede sedimentet i ytre og dypeste deler av utfyllingsområdet. Siden tilstanden er like dårlig utenfor utbyggingsområdet som midt i, vil eventuell sedimentspredning trolig ikke føre til forverring av miljøgiftsinholdet. Vi anser dermed at arbeidet vil ha små miljømessige konsekvenser med hensyn til forurensning i sjøbunnen.

Referanser

- Buchanan, J. B. 1984. Sediment analysis. Side 41-65 i N. A. Holme and A. D. McIntyre (eds) *Methods for the study of marine benthos*. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- Fylkesmannen i Rogaland 2004. *Fylkesvise tiltaksplaner. Miljøstatus i Rogaland. Karmsundet*. Lastet ned fra SFTs hjemmeside i oktober 2004. 42 s.
- Gjerstad, K.O., Aas, E. & J. Frydenlund 2001. *Miljøgifter i fisk, skalldyr og sediment i havneområder og fjorder i Rogaland 1999-2000*. NMT rapport nr. 2001/5. SFT rapport nr. 839/01. Rapport RF-2001/294. (Åpen).
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. SFT Veiledning 97:03. Statens Forurensningstilsyn, TA-1467/1997, Oslo. 36 s.
- Myhrvold, A. U., O. I. Forsberg & Å. Molvermyr 1997. *Samlerapport for Rogaland 1996. Forurensningsundersøkelser i sjoområder*, RF-Rogalandforskning. RF-96/245. Versjon 2, datert 14.10.97. 138 s.
- Systad, I.M., J. Laugesen, T. Møskeland, T. Winther-Larsen, A. Philstrøm & A. K. Arnesen 2004. *Veileder for håndtering av forurensede sedimenter*. Statens Forurensningstilsyn, TA-1979/2004, ISBN82-7655-474-1, Oslo. 58 s.

Vedleggsoversikt

Vedlegg 1. Ord og uttrykk

Vedlegg 2. Analyserapporter. **NB!! i analyserapportene er resultater fra andre prøver som ikke inngår i denne undersøkelsen strøket over av Øyvind Tvedten RF.**

Vedlegg 1

Forklaring til noen ord og uttrykk

- Aromater** – organiske forbindelser hvor karbonatomene er bundet til hverandre i ring(er) og annenhver binding er en dobbeltbinding.
- BaP** – Benzo (a) pyren, fem ring struktur av PAH.
- Deteksjonsgrense** – den laveste verdien som kan påvises med metoden.
- Finfraksjon** – brukes her om partikler som er mindre enn 0,063 mm, det vil si leire og silt.
- Glødetap** – vektreduksjon av en prøve etter forbrenning. Et mål på innhold av organisk materiale.
- H₂S** – se hydrogensulfid.
- Hydrogensulfid** – (dihydrogensulfid, H₂S). Farveløs og meget giftig gass. Dannes ved reduksjon av sulfat til sulfid, i fravær eller mangel på oksygen. H₂S tyder på at miljøet er uten oksygen.
- Hydrokarboner** – organiske stoffer som består utelukkende av karbon- og hydrogenatomer. Det enkleste er metan, CH₄. De viktigste finnes i jordolje.
- Leire** – uorganiske partikler som er mindre enn 0,002 mm (< 2 µm)
- Marin** – det som har med havet å gjøre, Latin *mare*, havet.
- Organisk** – av biologisk opprinnelse, eller biologisk materiale. Inneholder karbon.
- Organisk materiale** – organisk stoff, av biologisk opprinnelse.
- PAH** – (Polyaromatiske hydrokarboner), eller tjærestoffer, er en gruppe forbindelser som består av 2 til 6 aromatiske benzen ringer.
- Parameter** – konstant i en ligning (se koeffisient). Representerer ofte variable som man velger en konstant verdi for som ledd i en forenkling av en matematisk modell. Brukes her også som en betegnelse på en type egenskap som kan observeres, måles eller beregnes, for eksempel næringssalt.
- PCB** (polyklorerte bifenyler). Dette er forbindelser som har blitt brukt i blant annet transformatorer, kjøleapparat, maling. På grunn av ekstrem lav nedbrytbarhet og giftighet overfor organismer, er PCB regnet som en av de verste miljøgiftene. De er nå mer eller mindre faset ut av bruk i Norge.
- Resipient** – vannforekomst som mottar tilførsler av antropogen (menneskeskapt) opprinnelse. Begrepet brukes ofte i forbindelse med forurensninger, f. eks. ved utslipp av kommunalt avløpsvann eller prosessvann fra industri.
- Salinitet** – saltholdighet.
- Sediment** – bunnslam, løsmasser som ligger på sjøbunnen
- Sedimenter/sedimentasjon** – partikler som synker ut fra vannmasse og til bunn
- Silt** – uorganiske partikler som er større enn 0,002 mm (< 2 µm) og mindre enn 0,063 mm (<63 µm).
- TBT** – Tributyltinn, antibegroingsmiddel i skipsmaling
- THC** – (Total Hydrocarbon Content) et mål på det totale innhold av hydrokarboner, uten å skille mellom hvilke komponenter som inngår.
- TN** – total nitrogen, et mål på mengde nitrogen i en prøve.
- TOC** – totalt organisk karbon, et mål på innhold av organisk materiale
- Toksisk** – giftig
- Topografi** – beskrivelse av terrengets fasing, i havet bunntopografi.
- Uorganisk** – inneholder ikke karbon (unntak karbonoksider), "ikke biologisk".

RF-Marint miljø
Mekjarvik 12
4070 RANDABERG
Attn: Øyvind Tvedten

Ordre: 051104
Dato: 051104
Lab.nr: ST04-04853
Kundenr: 10808

SVARBREV

Prøvemottak: 261004 Analyseperiode: 261004-051104 Uttaksprosedyre: Stikkprøve Prøvetaker: Uttal av oppdragsgive

ST04-04853-1 Miljø-sedimenter Tatt ut: 251004

Sted:

Behandling:

Merket: Karm 1

Analyse

* Kornfordeling

Totalt glødetap

Enhet

%

Metode

INTERN

NS 4764

Resultat

se vedleg

10

Grenseverdi

ST04-04853-2 Miljø-sedimenter Tatt ut: 251004

Sted:

Behandling:

Merket: Karm 2

Analyse

* Kornfordeling

Totalt glødetap

Enhet

%

Metode

INTERN

NS 4764

Resultat

se vedleg

4,0

Grenseverdi

ST04-04853-3 Miljø-sedimenter Tatt ut: 251004

Sted:

Behandling:

Merket: Karm 3

Analyse

* Kornfordeling

Totalt glødetap

Enhet

%

Metode

INTERN

NS 4764

Resultat

se vedleg

5,6

Grenseverdi

Miljø-sedimenter Tatt ut: 251004

Sted:

Behandling:

Analyse

* Kornfordeling

Totalt glødetap

Enhet

%

Metode

INTERN

NS 4764

Resultat

se vedleg

0,0

Grenseverdi

Miljø-sedimenter Tatt ut: 251004

Sted:

Behandling:

Merket: ---

Analyse

* Kornfordeling

Totalt glødetap

Enhet

%

Metode

INTERN

NS 4764

Resultat

se vedleg

0,0

Grenseverdi

Side 1

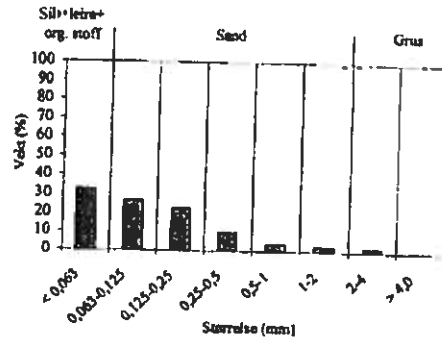
Stasjon: Karm 1
 Prøvetidsangivelse: 25.10.04
 Ref.nr.: ST04-4853-1
 Analyse dato: 28.10.-04.11.04

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - siktningsanalyse

Størrelse (mm)	Phi ϕ	Vægt (g)	Vækt (%)	Kumulativ vægt (%)
> 4,0	> +2	0,07	0,3	100,0
2-4	+1 - +2	0,52	2,0	99,7
1-2	0 - -1	0,68	2,6	97,8
0,5-1	1-0	1,02	3,9	95,2
0,25-0,5	2-1	2,62	9,9	91,4
0,125-0,25	3-2	5,95	22,5	87,4
0,063-0,125	4-2	7,03	26,5	59,0
< 0,063	< 4	8,58	32,4	22,4

Innværet prøve inkl. org. stoff: 26,48

Gledetap: 10 %



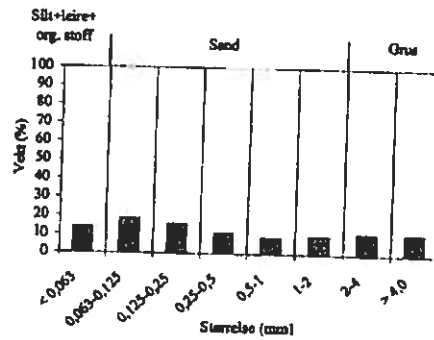
Stasjon: Karm 1
 Prøvetidsangivelse: 25.10.04
 Ref.nr.: ST04-4853-1
 Analyse dato: 28.10.-04.11.04

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - siktningsanalyse

Størrelse (mm)	Phi ϕ	Vægt (g)	Vækt (%)	Kumulativ vægt (%)
> 4,0	> +2	4,30	11,3	100,0
2-4	+1 - +2	4,29	11,3	88,7
1-2	0 - +1	3,72	9,8	77,5
0,5-1	1-0	2,26	8,6	67,7
0,25-0,5	2-1	4,25	11,1	59,2
0,125-0,25	3-2	6,02	15,8	48,0
0,063-0,125	4-3	6,99	18,3	32,2
< 0,063	< 4	5,29	12,9	12,9

Innværet prøve inkl. org. stoff: 38,12

Gledetap: 4,0 %



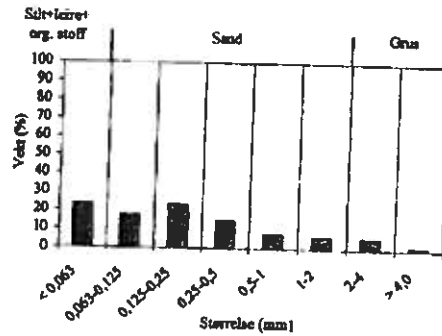
Stasjon: Karm 1
 Prøvetidsangivelse: 25.10.04
 Ref.nr.: ST04-4853-1
 Analyse dato: 28.10.-04.11.04

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - siktningsanalyse

Størrelse (mm)	Phi ϕ	Vægt (g)	Vækt (%)	Kumulativ vægt (%)
> 4,0	> +2	0,44	1,4	100,0
2-4	+1 - +2	1,85	5,9	98,6
1-2	0 - -1	2,01	6,5	92,6
0,5-1	1-0	2,33	7,5	86,2
0,25-0,5	2-1	4,53	14,5	78,7
0,125-0,25	3-2	7,27	23,3	64,2
0,063-0,125	4-2	5,42	17,4	40,8
< 0,063	< 4	7,29	23,4	23,4

Innværet prøve inkl. org. stoff: 31,14

Gledetap: 5,6 %



RF-Akvamiljø
Mekjarvik 12
4070 Randaberg

Registernr.: 354232
Kundernr.: 50986
Ordrenr.: 350338

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

Modt. dato.: 2004.10.27
Sidenr.: 1 af 4

FAX-ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: RF-Akvamiljø
Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,
Prøvested.....: P7156007 akt 27, Sedimentprøver Karmsundet.
Prøvetypa.....: Sediment, 7 prøver
Prøveudtagning...: 2004.10.20 - 2004.10.20
Prøvetager.....: Øyvind Tvedten
Kundeoplysninge...:
Analyseperiode : 2004.10.27 - 2004.11.10

Prøvemærke	Karm 1	Karm 2	Karm 3	I	Enheder	Detekt.		RSD
						grænse	Metoder	
Frasort. stein, metallanalyse	10	22	17		l i ts.			
Tørnstoff	41.2	62.8	64.0		.	0.0020	MX4031	5
TOC, totalt organisk karbon	42100	12300	13900		mg/kg ts.	2.0	ISO 10654	10
Arsen (As)	16	4.7	5.0		mg/kg ts.	2.0	MX1061-ICP	15
Bly (Pb)	48	16	130		mg/kg ts.	1.0	MX1051-ICP	15
Kadmium (Cd)	1.1	0.35	0.39		mg/kg ts.	0.10	MX1061-ICP	15
Krom (Cr)	22	17	42		mg/kg ts.	1.0	MX1061-ICP	15
Kobber (Cu)	73	22	35		mg/kg ts.	1.0	MX1061-ICP	15
Kvikksølv (Hg)	0.20	0.081	0.12		mg/kg ts.	0.010	MX1090-Coldvap	15
Nikkel (Ni)	19	11	11		mg/kg ts.	1.0	MX1061-ICP	15
Sink (Zn)	110	48	93		mg/kg ts.	5.0	MX1061-ICP	15
PAH								
Naftalen	0.032	0.016	0.065		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Acenaftylen	0.011	0.0064	0.013		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Acenaften	0.045	0.023	0.055		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Fluoren	0.031	0.016	0.036		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Fenantren	0.27	0.13	0.32		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Antracen	0.054	0.028	0.049		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Fluoranten	0.53	0.27	0.61		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Pyren	0.45	0.24	0.49		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Benzo(a)antracen	0.27	0.14	0.28		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Krysen/Trifenylen	0.36	0.19	0.39		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Benzo(b,j,k)fluoranten	0.86	0.48	0.83		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Benzo(a)pyren	0.43	0.23	0.40		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.31	0.18	0.27		mg/kg ts.	0.0050	MX1004-GC/MS	12
Dibenso(a,h)antracen	0.10	0.054	0.085		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Benzo(g,h,i)perylen	0.34	0.19	0.28		mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	12
Sum 16 PAH (16 EPA)	4.1	2.2	4.2		mg/kg ts.			

Tegnforklaring: RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

- <: mindre end. i.p.: ikke påvist
- >: større end. i.m.: ikke målelig.
- #: ingen af parametrene er påvist.

RF-Akvamiljø
 Mekjarvik 12
 4070 Randaberg

Registrernr.: 354232
 Kundenr.: 50986
 Ordrenr.: 350338

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

Modt. dato.: 2004.10.27
 Sider.: 2 af 4

FAX-ANALYSERAPPORT

Rekvirent: RF-Akvamiljø
 Mekjarvik 12, 4070 Randaberg.
 Prøvested: P7156007 akt 27. Sedimentprøver Karmsundet.
 Prøvetype: Sediment, 7 prøver
 Prøveudtagning: 2004.10.20 - 2004.10.20
 Prøvetager: Øyvind Tvedten
 Kundeoplysninger:
 Analyseperiode: 2004.10.27 - 2004.11.10

Prøvemærke:	Karm 1	Karm 2	Karm 3	Enheder	Detekt. grænse	Metoder	RSD (%)
Polyklorerede bifenyler (PCB)							
PCB nr. 28	<0.0050	<0.0050	<0.0050	mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 52	<0.0050	<0.0050	<0.0050	mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 111	<0.0050	<0.0050	<0.0050	mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 118	<0.0050	<0.0050	<0.0050	mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 128	<0.0050	<0.0050	<0.0050	mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 153	<0.0050	<0.0050	<0.0050	mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 180	<0.0050	<0.0050	<0.0050	mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
Sum 7 PCB	#	#	#	mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15

Legnforklaring: RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

<: mindre end. i.p.: ikke påvist.

>: større end. i.m.: ikke målelig.

#: ingen af parametrene er påvist.

02534 807110



GfA

Date: November 10, 2004

Page 1 of 3

Test report

63724-250 P01 139

Client: RF-Akvamiljø
Mekjarvik 12
N-4070 Randaberg
Norway

Order dated: October 27, 2004

Sample:

Sample No.	Eurofins sample No.	Sample Name	Sample No.
Karm 1	354232-01	Sediment	4N374201
Karm 2	354232-02	Sediment	4N374202
Karm 3	354232-03	Sediment	4N374203

Testing: Analysis for organotin compounds.

Sampling: The samples were sent to GfA by Eurofins, Oslo.

Sample entry: October 29, 2004

Test method: Homogenisation of the sample material; addition of 4 organotin compounds as internal standards (one standard compound per degree of alkylation); extraction by means of acetone, n-hexane and simultaneous derivatization by means of sodiumtetraethylborate at pH 4.5; clean up of the extract by liquid chromatography using Al_2O_3 ; addition of Tetrapentyltin as recovery standard; analysis of the organotin compounds with GC/MS; quantification via the internal standards added prior to the extraction/derivatization (analogous to DIN 38407-13 2001-03; DIN EN ISO/IEC 17025:2000 accredited method).

Start of testing: October 29, 2004

End of testing: November 10, 2004

Results: The results of the analysis of the samples are shown in Table 01 and 02.

Tab. 01: Results of the analysis of sediment samples for organotin compounds; the results refer to the dry mass (m_D) of the sample material

Client's sample No.	Karm 1	Karm 2	Karm 3	
Eurofins sample No.	354232-01	354232-02	354232-03	2 0
GfA sample No.	4N374201	4N374202	4N374203	7 0
Unit	µg/kg m _D	µg/kg m _D	µg/kg m _D	% 1
Organotin cation				
Monobutyltin (MBT)	6,0	2,6	2,8	
Dibutyltin (DBT)	65,1	13,5	20,4	
Tributyltin (TBT)	127	26,6	45,8	
Tetrabutyltin (TTBT)	2,7	0,8	0,9	
Monooctyltin (MOT)	< 0,7	< 0,5	< 0,5	
Diocetyl tin (DOT)	0,8	< 0,5	< 0,5	
Tricyclohexyltin (TCyT)	< 1,7	< 1,2	< 1,2	
Triphenyltin (TPhT)	1,0	7,6	0,5	
Unit	µg Sn / kg m _D	µg Sn / kg m _D	µg Sn / kg m _D	µg
Organotin cation				
Monobutyltin (MBT)	4,1	1,6	1,6	
Dibutyltin (DBT)	33,2	6,9	10,4	
Tributyltin (TBT)	52,0	11,0	16,7	
Tetrabutyltin (TTBT)	0,9	0,3	0,3	
Monooctyltin (MOT)	< 0,4	< 0,2	< 0,2	
Diocetyl tin (DOT)	0,3	< 0,2	< 0,2	
Tricyclohexyltin (TCyT)	< 0,6	< 0,4	< 0,4	
Triphenyltin (TPhT)	0,3	2,5	0,2	
Dry mass [%]	47,6	66,6	66,3	

The values are rounded to max. three significant digits.
 < : not detected at the indicated limit of quantification (LOQ)